

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 06 NOV. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 Paris Cédex 08

Téléphone: 01 53.04.53.04 Télécopie: 01.42.94.86.54


BREVET D'INVENTION

Code de la propriété intellectuelle-livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

DATE DE REMISE DES PIÈCES: 05 NOV 2002 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL: 0213843 DÉPARTEMENT DE DÉPÔT: 75 DATE DE DÉPÔT: 05 NOV. 2002	Maurice LE BRUSQUE CABINET HARLE ET PHELIP 7 rue de Madrid 75008 PARIS France
Vos références pour ce dossier: P485FR	

1 NATURE DE LA DEMANDE	
Demande de brevet	
2 TITRE DE L'INVENTION	
	PROCEDE POUR ELARGIR LA GAMME DE PRODUCTION D'UNE INSTALLATION DE LAMINAGE DE PRODUITS METALLIQUES ET INSTALLATION POUR LA MISE EN OEUVRE DU PROCEDE.
3 DECLARATION DE PRIORITE OU REQUETE DU BENEFICE DE LA DATE DE DEPOT D'UNE DEMANDE ANTERIEURE FRANCAISE	Pays ou organisation Date N°
4-1 DEMANDEUR	
Nom Rue Code postal et ville Pays Nationalité Forme juridique	VAI CLECIM Le Polyèdre 53 rue des Trois Fontanot 92024 NANTERRE cedex France France Société anonyme
5A MANDATAIRE	
Nom Prénom Qualité Cabinet ou Société Rue Code postal et ville N° de téléphone N° de télécopie Courrier électronique	LE BRUSQUE Maurice CPI: bm [92-1140 I] CABINET HARLE ET PHELIP 7 rue de Madrid 75008 PARIS 33 1 53 04 64 64 33 1 53 04 64 00 cabinet@harle.fr

6 DOCUMENTS ET FICHIERS JOINTS		Fichier électronique	Pages	Détails
Description		desc.pdf	22	
Revendications	V		5	19
Dessins			2	4 fig., 3 ex.
Abrégé	V		1	
Figure d'abrégé			1	fig. FIGURE 2; 2 ex.
Désignation d'inventeurs				
Listage des sequences, PDF				
Rapport de recherche				
8 RAPPORT DE RECHERCHE				
Etablissement immédiat				
9 REDEVANCES JOINTES		Devise	Taux	Quantité
				Montant à payer
062 Dépôt		EURO	35.00	1.00
063 Rapport de recherche (R.R.)		EURO	320.00	1.00
068 Revendication à partir de la 11ème		EURO	15.00	9.00
Total à acquitter		EURO		490.00
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE				
Signé par		Maurice LE BRUSQUE		
				

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

L'invention a pour objet un procédé pour élargir la gamme de production d'une installation de laminage à froid de produits métalliques sous forme de bande et couvre également les installations munies de moyen de mise en œuvre du procédé afin d'élargir leur gamme de production.

5 Le laminage à froid s'effectue, normalement, en plusieurs passes successives, soit dans deux sens opposés sur un train réversible, soit sur plusieurs cages de laminoir fonctionnant en tandem.

On sait que, dans un laminoir, le produit est entraîné entre deux cylindres de travail dont l'écartement est inférieur à l'épaisseur brute du produit en amont. Il se produit un écoulement du métal qui est entraîné par frottement dans l'emprise entre les cylindres, jusqu'à une section de sortie dont l'épaisseur correspond sensiblement à l'écartement entre les cylindres de travail. Au cours de cette opération, la structure du métal change et sa dureté augmente.

15 Au cours du laminage, les cylindres de travail ont tendance à s'écarter l'un de l'autre et l'entrefer entre les génératrices en regard doit donc être maintenu par application, entre les cylindres, d'un effort de serrage appelé souvent force ou effort de laminage. La force de laminage à exercer pour obtenir un certain taux de réduction d'épaisseur dépend, en particulier, du diamètre des cylindres de travail qui détermine la longueur de la zone de réduction ainsi que des caractéristiques mécanique et métallurgiques, telles que sa limite élastique, sa composition, par exemple, acier courant à bas carbone faiblement allié, acier inoxydable, acier allié, etc...

25 D'une façon générale, un laminoir tandem à froid comporte une succession de cages disposées l'une à la suite de l'autre sur le trajet de la bande, afin d'assurer une réduction progressive de l'épaisseur de celle-ci.

Chaque cage de laminoir comporte, de façon classique, deux colonnes de support écartées et reliées par des traverses, entre lesquelles est monté un ensemble de cylindres superposés ayant des axes parallèles et placés sensiblement dans un même plan de serrage sensiblement perpendiculaire à la direction de déplacement du produit.

On peut réaliser des laminoirs de différents types. D'une façon générale, dans un laminoir, le produit à laminier passe entre deux cylindres de travail qui définissent le plan de laminage ; ces cylindres sont en général de diamètre relativement réduit au regard des efforts auxquels ils sont

soumis ; ils prennent donc appui, respectivement, sur au moins deux cylindres de soutien entre lesquels est appliqué l'effort de laminage.

On sait que les cages de laminages utilisées dans l'industrie métallurgique peuvent présenter plusieurs types de configurations selon la nature du produit à traiter.

Les laminoirs les plus courants, en particulier pour les productions importantes, sont de type « quarto » comportant deux cylindres de travail associés chacun à un cylindre de soutien de plus grand diamètre, ou de type « sexto », dans lesquels des cylindres intermédiaires sont interposés entre chaque cylindre de travail et le cylindre de soutien correspondant.

D'autres configurations, comprenant un plus ou moins grand nombre de cylindres peuvent aussi être utilisées dans l'industrie, mais pour des productions moins importantes.

Les cylindres prennent appui les uns sur les autres le long de lignes d'appui sensiblement parallèles, et dirigées suivant une génératrice dont le profil, normalement rectiligne, dépend des efforts appliqués et de la résistance des cylindres. Généralement l'effort de serrage est appliqué par des vis ou des vérins interposés entre la cage et les extrémités de l'arbre d'un cylindre de soutien, l'autre cylindre de soutien prenant appui par ces extrémités directement sur la cage, ou par l'intermédiaire d'un dispositif de calage ou de réglage de hauteur destiné à compenser les variations de diamètres de l'ensemble des cylindres qui s'usent progressivement. Les cylindres doivent donc pouvoir se déplacer par rapport à la cage et, à cet effet, sont portés par des organes de support rotatifs appelés empoises, qui sont montés coulissants verticalement à l'intérieur de fenêtres ménagées dans les deux colonnes de la cage, et munies chacune de deux faces de guidage de l'empoise, parallèles au plan de serrage.

Comme les cylindres de soutien ont un grand diamètre, les faces de guidage correspondantes sont généralement ménagées directement sur les deux montants de la colonne correspondante de la cage. En revanche, les cylindres de travail ayant un diamètre plus faible, leurs empoises sont plus petites et les faces de guidage correspondantes, qui sont plus resserrées, sont ménagées, généralement, sur deux pièces massives fixées sur les deux montants encadrant la fenêtre et s'étendant en saillie vers l'intérieur de celle-ci.

Les efforts de serrage sont appliqués, normalement, entre les deux extrémités des deux cylindres de soutien. Etant donné que le produit laminé, de largeur variable ne couvre pas en totalité la longueur des cylindres de travail, chaque cylindre peut fléchir sous l'action des efforts appliqués et il en résulte une variation d'épaisseur de l'espace de passage de la bande entre les cylindres de travail, qui engendre des défauts de profil et de planéité.

Pour essayer de corriger ces défauts de profil en travers du produit laminé, on a d'abord proposé de compenser la déformation des cylindres due à l'effort de laminage, par un bombement de leur surface obtenue par usinage selon un profil particulier.

Cependant, le défaut d'épaisseur sur le profil en travers du produit laminé est complexe car il est le résultat de toutes les déformations de l'ensemble des cylindres, qui sont de diamètres différents, et de la déformation de toutes les parties constitutives de la cage de laminoir sous l'effort.

C'est pourquoi, on a mis au point, depuis quelques années, des systèmes plus perfectionnés permettant de moduler la correction effectuée.

Dans un premier système connu, on applique des efforts contrôlés de flexion sur les deux extrémités de l'arbre de chaque cylindre de travail, afin de réaliser des effets de cambrage permettant de corriger, de manière continue, la répartition des contraintes.

A cet effet, on utilise habituellement des vérins hydrauliques placés de part et d'autre de chaque empoise et prenant appui dans un sens sur la cage fixe et dans l'autre sur des parties latérales en saillie formant des oreilles d'appui de l'empoise. Habituellement, ces vérins de cambrage sont logés avec leurs circuits hydrauliques à l'intérieur des deux pièces en saillie servant à guider les empoises de travail. Ces pièces forment ainsi des blocs de support des vérins qui sont appelés, souvent, blocs hydrauliques.

On peut ainsi réaliser un cambrage dit négatif, par resserrement des empoises des deux cylindres de travail, pour compenser une surépaisseur des bords du produit ou bien un cambrage dit positif, par écartement des mêmes empoises des deux cylindres de travail pour compenser une surépaisseur de la partie centrale du produit.

On a aussi proposé, dans les laminoirs dits « sexto », d'interposer un cylindre intermédiaire entre chaque cylindre de travail et le cylindre de

soutien associé ce qui permet de commander un déplacement axial, en des sens opposés, des deux cylindres intermédiaires afin d'appliquer l'effort de laminage, non pas sur toute la table des cylindres, mais seulement sur la largeur du produit. On réduit ainsi les déformations des cylindres et l'on obtient un produit de meilleure planéité.

Par ailleurs, l'utilisation de cylindres intermédiaires permet d'utiliser des cylindres de travail de plus petit diamètre et, ainsi, de diminuer la force de laminage nécessaire pour une même réduction d'épaisseur.

Il est possible également, dans les laminoirs quarto, de réaliser un déplacement axial, en sens opposés, des cylindres de travail afin de mieux contrôler la répartition des contraintes sur la largeur du produit.

De plus, en mode quarto comme en mode sexto, des dispositions particulières des empoises peuvent permettre de combiner le système de cambrage et le système de déplacement des cylindres.

Dans un autre système connu sous le nom « C.V.C. », on donne aux cylindres de travail d'un laminoir « quarto », et/ou aux cylindres intermédiaires, dans un laminoir « sexto », des profils curvilignes complémentaires permettant, par déplacement axial des cylindres, de créer un bombé variable entre le cylindre supérieur et le cylindre inférieur.

Plus récemment, on a aussi proposé de moduler la force de laminage le long de la génératrice de contact avec le cylindre de travail ou le cylindre intermédiaire, en transmettant l'effort de laminage au moyen d'un cylindre comprenant une enveloppe montée tournante autour d'un arbre fixe et prenant appui sur celui-ci par l'intermédiaire d'une série de vérins permettant de faire varier la répartition des contraintes le long de la génératrice d'appui.

Tous ces dispositifs, ainsi que d'autres perfectionnements, développés depuis plusieurs années, ont permis, dans la technique du laminage à froid, en particulier en laminoir tandem, d'améliorer sans cesse la qualité du produit final. Toutefois, ces dispositifs sont coûteux et ne sont donc rentables qu'à partir d'un certain volume de production. En outre, cette rentabilité doit se maintenir pendant plusieurs années pour justifier le montant des investissements.

Cependant, du fait que le laminage se produit par écoulement du métal entre les deux cylindres de travail, il est nécessaire d'adapter aux caractéristiques mécaniques, métallurgiques et dimensionnelles du produit,

le diamètre des cylindres de travail, le couple de rotation appliqué sur ceux-ci et, d'une façon générale, l'ensemble des moyens permettant d'exercer l'effort de laminage.

En outre, il faut noter que, dans un laminoir tandem, le laminage détermine, par écrouissage, une augmentation progressive de la dureté du produit et, par conséquent, de l'effort de laminage à appliquer pour une même réduction d'épaisseur, d'une cage à la suivante.

De ce fait, les moyens d'application de l'effort de serrage risquent de saturer en puissance si la dureté du produit de départ est trop élevée.

Jusqu'à présent, il semblait donc nécessaire, en particulier pour les productions importantes d'utiliser des équipements adaptés à une certaine gamme de produits dont les caractéristiques restent dans un domaine assez limité. Dans la pratique, des installations de très grande capacité, par exemple dépassant 1 million de tonnes par an, n'ont été réalisées que pour deux familles d'acier, d'une part les aciers pour tôles de carrosserie et, d'autre part, les aciers pour emballage.

Toutefois, les besoins des utilisateurs évoluent constamment dans le sens d'une diversification des qualités demandées et d'un changement, parfois brutal, des quantités à fournir. C'est ainsi que, dans l'industrie automobile, on s'oriente vers l'utilisation d'aciers ayant des nuances très précises permettant d'obtenir des performances élevées.

En outre, on cherche à diminuer, autant que possible, le poids des produits fabriqués sans en diminuer la résistance et l'on demande donc, pour les mêmes performances, des tôles ayant des épaisseurs de plus en plus fines qui nécessitent des taux de réduction élevés, tout en maintenant les mêmes exigences de régularité d'épaisseur, de planéité et de qualité de surface.

Par exemple, pour la tôle de carrosserie, on a vu apparaître successivement les nuances appelées, dans le commerce, CQ, DQ, DDQ, EDDQ dont la limite élastique s'étend de 180 MPa à 250 MPa ainsi que des aciers très durs ayant une haute limite élastique (HSLA) pouvant aller jusqu'à 600 MPa. A l'opposé, on demande également des aciers très mous (IF) à très bas carbone, dont la limite élastique est de l'ordre de 160 MPa.

D'autre part, même le processus de laminage doit pouvoir s'adapter à la qualité des aciers traités.

C'est ainsi que, récemment, on a mis au point des aciers appelés « TRIP » (TRAnsition Induced Plasticity) qui sont élaborés de façon que la recristallisation finale ne se fasse qu'en phase d'emboutissage, alors qu'elle se produisait auparavant en phase de refroidissement accéléré à la sortie du train à chaud ou au cours du laminage à froid. De plus, alors que pour des aciers courants ou mous la limite de rupture n'est que très peu supérieure à la limite élastique ($R_e \approx 0,8 R_m$) les aciers TRIP ont une limite de rupture qui peut atteindre deux fois la valeur de la limite élastique. La courbe d'écrouissage à partir de laquelle on détermine le schéma des passes de laminage est donc complètement différente. D'ailleurs, de tels aciers sont généralement caractérisés par la valeur de leur limite de rupture et non, comme précédemment, par celle de leur limite élastique.

L'industrie sidérurgique est donc soumise à des impératifs contradictoires. D'une part, les installations de laminage doivent être équipées de dispositifs coûteux, spécialement adaptés aux caractéristiques des produits à laminier pour obtenir les qualités souhaitées et, d'autre part, il est plus difficile de rentabiliser de tels équipements car l'époque de la production de masse est révolue.

L'invention a pour objet de résoudre l'ensemble de ces problèmes grâce à un procédé permettant d'élargir la gamme de production d'une installation de laminage en ayant la possibilité de traiter sur celle-ci, des aciers ayant des caractéristiques dimensionnelles, mécaniques et métallurgiques très diverses, tout en conservant une productivité suffisante pour toutes les nuances de métal et en bénéficiant, cependant, de tous les moyens nécessaires pour garantir, de façon optimale, les qualités d'épaisseur, de planéité et d'état de surface souhaitées pour le produit laminé.

L'invention permet ainsi de disposer d'un outil de production facilement adaptable à l'évolution des besoins, aussi bien dans la qualité du produit laminé que dans les quantités à fournir.

L'invention s'applique donc, d'une façon générale, à une installation de laminage à froid de produits métalliques sous forme de bande, comprenant au moins deux cages de laminage fonctionnant en tandem pour une réduction progressive de l'épaisseur du produit, chaque cage étant associée à des moyens d'application d'un effort de laminage entre deux

cylindres de travail, permettant, pour une configuration donnée de la cage, de réaliser un certain taux de réduction d'épaisseur, compte tenu des caractéristiques mécaniques et métallurgiques du produit, lesdites caractéristiques étant comprises dans une gamme de production déterminée.

5 Conformément à l'invention on équipe au moins l'une des cages de laminage de moyens de transformation permettant de changer la configuration de la cage ainsi transformable, en conservant les mêmes moyens d'application de l'effort de laminage, pour passer d'une configuration quarto comprenant deux cylindres de travail prenant appui sur deux cylindres de soutien à une configuration sexto comprenant deux cylindres de travail
10 prenant appui, par des cylindres intermédiaires, sur les mêmes cylindres de soutien, et inversement, et l'on choisit la configuration de ladite cage transformable en fonction des caractéristiques du produit à laminer, de façon à réaliser le laminage de produits ayant des caractéristiques très diverses, la
15 gamme de production étant ainsi élargie.

En particulier, la configuration de la cage transformable peut être choisie en fonction de la dureté du matériau constituant le produit à laminer. La gamme de production peut ainsi comprendre des produits dont la limite de rupture, après élaboration à chaud peut aller de moins de 160 MPa jusqu'à
20 au moins 1000 MPa.

De façon particulièrement avantageuse, les cages de laminage étant associées, chacune, à des moyens de contrôle d'au moins l'un des facteurs de qualité tels que la régularité d'épaisseur, la planéité et/ou l'état de surface, on change la configuration d'au moins l'une des cages de laminage en
25 fonction des caractéristiques dimensionnelles, mécaniques et métallurgiques du produit, de façon à conserver la même qualité sur une gamme de production élargie.

Dans un mode de réalisation préférentiel, on change la configuration, au moins, de la première cage du laminoir tandem, dans le sens de
30 défilement de la bande. En particulier, on peut donner à cette première cage une configuration sexto pour le laminage de bandes présentant, à l'entrée du laminoir, une limite de rupture égale ou supérieure à 600 MPa et une configuration quarto pour le laminage de bandes ayant une limite de rupture inférieure.

En choisissant ainsi la configuration d'au moins une cage du laminoir, l'invention permet de réaliser une réduction d'épaisseur d'au moins 70% en une passe pour toute la gamme de production élargie.

5 L'invention couvre également une installation de laminage pour la mise en œuvre du procédé comprenant au moins deux cages de laminage fonctionnant en tandem, dans laquelle au moins l'une des cages est équipée de moyens de changement de configuration permettant de passer d'une configuration quarto à une configuration sexto et inversement, en fonction des caractéristiques dimensionnelles, mécaniques et métallurgiques du
10 produit à laminier, en conservant les mêmes cylindres de soutien et les mêmes moyens d'application de l'effort de laminage.

En particulier, les moyens de changement de configuration sont prévus pour remplacer chaque cylindre de travail de la configuration quarto par un ensemble d'un cylindre de travail associé à un cylindre intermédiaire
15 dans la configuration sexto, et inversement.

Dans un mode de réalisation préférentiel, l'installation est associée à un dispositif de remplacement, par déplacement parallèlement à leur axe, des cylindres de travail usés par des cylindres neufs, et ce dispositif de remplacement peut s'adapter aux niveaux des cylindres dans chaque
20 configuration, de façon à réaliser le remplacement d'un jeu de cylindres de travail par un jeu de cylindres de travail et de cylindres intermédiaires associés, et inversement.

De façon particulièrement avantageuse, les cylindres de travail de la configuration quarto et les cylindres intermédiaires de la configuration sexto
25 étant montés rotatifs, chacun, sur deux empoises munies chacune d'au moins deux parties d'appui pour des moyens de réglage des conditions de transmission de l'effort de laminage, lesdites parties d'appui, respectivement des cylindres de travail en mode quarto et des cylindres intermédiaires en mode sexto sont placés au même niveau et les moyens de réglage restent
30 en place lors d'un changement de configuration, de façon à coopérer avec les cylindres de travail en mode quarto et avec les cylindres intermédiaires en mode sexto.

D'autres caractéristiques avantageuses de l'invention sont mentionnées dans les revendications.

En choisissant ainsi la configuration d'au moins une cage du laminoir, l'invention permet de réaliser une réduction d'épaisseur d'au moins 70% en une passe pour toute la gamme de production élargie.

L'invention couvre également une installation de laminage pour la
5 mise en œuvre du procédé comprenant au moins deux cages de laminage fonctionnant en tandem, dans laquelle au moins l'une des cages est équipée de moyens de changement de configuration permettant de passer d'une configuration quarto à une configuration sexto et inversement, en fonction des caractéristiques dimensionnelles, mécaniques et métallurgiques du
10 produit à laminier, en conservant les mêmes cylindres de soutien et les mêmes moyens d'application de l'effort de laminage.

En particulier, les moyens de changement de configuration sont prévus pour remplacer chaque cylindre de travail de la configuration quarto par un ensemble d'un cylindre de travail associé à un cylindre intermédiaire
15 dans la configuration sexto, et inversement.

Dans un mode de réalisation préférentiel, l'installation est associée à un dispositif de remplacement, par déplacement parallèlement à leur axe, des cylindres de travail usés par des cylindres neufs, et ce dispositif de remplacement peut s'adapter aux niveaux des cylindres dans chaque
20 configuration, de façon à réaliser le remplacement d'un jeu de cylindres de travail par un jeu de cylindres de travail et de cylindres intermédiaires associés, et inversement.

De façon particulièrement avantageuse, les cylindres de travail de la configuration quarto et les cylindres intermédiaires de la configuration sexto
25 étant montés rotatifs, chacun, sur deux empoises munies chacune d'au moins deux parties d'appui pour des moyens de réglage des conditions de transmission de l'effort de laminage, lesdites parties d'appui, respectivement des cylindres de travail en mode quarto et des cylindres intermédiaires en mode sexto sont placés au même niveau et les moyens de réglage restent
30 en place lors d'un changement de configuration, de façon à coopérer avec les cylindres de travail en mode quarto et avec les cylindres intermédiaires en mode sexto.

Mais l'invention couvre également d'autres caractéristiques avantageuses qui apparaîtront dans la description suivante d'un mode de

Mais l'invention sera mieux comprise par la description suivante d'un mode de réalisation particulier, donné à titre d'exemple et représenté sur les dessins annexés.

5 La figure 1 est une vue schématique partielle, en élévation, d'une installation selon l'invention comprenant quatre cages de laminage en configuration quarto.

La figure 2 est une vue schématique en élévation de l'installation selon l'invention, après transformation de la première et de la dernière cage.

10 La figure 3 représente schématiquement, en élévation, une cage de laminage selon l'invention en configuration quarto.

La figure 4 représente, en élévation, la partie centrale de la cage de laminage, après transformation en configuration sexto.

15 La figure 1 représente schématiquement une installation de laminage tandem à quatre cages fonctionnant en continu, c'est-à-dire sans engagement de bande, le laminoir étant alimenté par des bobines soudées bout à bout. Schématiquement, une telle installation comporte, dans un sens de défilement de la bande, une section d'entrée 2, une section de laminage 1 et une section de sortie 3.

20 La section de laminage 1 comporte, dans l'exemple représenté, quatre cages fonctionnant en tandem, c'est-à-dire effectuant, en même temps, chacune une réduction d'épaisseur sur le produit et contrôlées de manière à maintenir entre elles un niveau de traction, en général élevé, compatible avec la résistance du produit et permettant, comme on le sait, de réaliser une réduction d'épaisseur plus importante dans chaque cage.

25 La section d'entrée 2 comprend des dispositifs, non représentés, de mise en traction de la bande, placés juste devant la première cage et un dispositif de guidage 21. La section de sortie 3 comprend en général une cisaille de fractionnement 31 pour constituer des bobines et, par exemple, deux bobineuses 33, 35 ayant chacune un dispositif de guidage et déflexion
30 32, 34.

35 Il ne semble pas nécessaire de décrire plus en détail une telle installation de laminage continu dont les caractéristiques et les avantages ont été indiqués, par exemple, dans un article intitulé « le décapage-tandem couplé de Sainte Agathe à Sollac Florange » paru dans La Revue de la Métallurgie, de Mars 1998.

réalisation particulier, donné à titre d'exemple et représenté sur les dessins annexés.

La figure 1 est une vue schématique partielle, en élévation, d'une installation selon l'invention comprenant quatre cages de laminage en configuration quarto.

La figure 2 est une vue schématique en élévation de l'installation selon l'invention, après transformation de la première et de la dernière cage.

La figure 3 représente schématiquement, en élévation, une cage de laminage selon l'invention en configuration quarto.

La figure 4 est une vue à échelle agrandie de la partie centrale de la cage de laminage, après transformation en configuration sexto.

La figure 1 représente schématiquement une installation de laminage tandem à quatre cages fonctionnant en continu, c'est-à-dire sans engagement de bande, le laminoir étant alimenté par des bobines soudées bout à bout. Schématiquement, une telle installation comporte, dans un sens de défilement de la bande, une section d'entrée 2, une section de laminage 1 et une section de sortie 3.

La section de laminage 1 comporte, dans l'exemple représenté, quatre cages fonctionnant en tandem, c'est-à-dire effectuant, en même temps, chacune une réduction d'épaisseur sur le produit et contrôlées de manière à maintenir entre elles un niveau de traction, en général élevé, compatible avec la résistance du produit et permettant, comme on le sait, de réaliser une réduction d'épaisseur plus importante dans chaque cage.

La section d'entrée 2 comprend des dispositifs, non représentés, de mise en traction de la bande, placés juste devant la première cage et un dispositif de guidage 21. La section de sortie 3 comprend en général une cisaille de fractionnement 31 pour constituer des bobines et, par exemple, deux bobineuses 33, 35 ayant chacune un dispositif de guidage et déflexion 32, 34.

Il ne semble pas nécessaire de décrire plus en détail une telle installation de laminage continu dont les caractéristiques et les avantages ont été indiqués, par exemple, dans un article intitulé « le décapage-tandem couplé de Sainte Agathe à Sollac Florange » paru dans La Revue de la Métallurgie, de Mars 1998.

En particulier, une telle installation peut comporter un plus ou moins grand nombre de cages fonctionnant en tandem et, selon la nature et la destination du produit, diverses sections de traitement de la bande métallique disposées ou non en une ligne continue.

5 L'installation relativement simple représentée schématiquement sur la figure 1 n'est donc qu'un exemple de réalisation, particulièrement adapté à la production, avec une grande capacité, de tôles de qualité usuelle et comprenant quatre cages de laminage fonctionnant en tandem et équipées chacune en configuration quarto.

10 Une telle installation peut, selon sa conception et la puissance installée, produire de l'ordre de 600 000 t/an à 2,5 Mt/an, la capacité de production étant d'autant plus importante que la gamme des nuances d'acier à fabriquer est plus réduite.

15 Chaque cage 11, 12, 13, 14 est du type représenté en détail sur la figure 3 et comprend donc, à l'intérieur d'une cage comportant deux colonnes écartées 4, une paire de cylindres de travail 121, 121' limitant un entrefer de passage du produit M qui défile, dans un plan de laminage P sensiblement horizontal, suivant une direction orthogonale aux axes des deux cylindres de travail. Dans cette configuration quarto, chaque cylindre de travail 121, 121'

20 prend appui directement, le long d'une génératrice, sur un cylindre de soutien 123, 123', les axes des différents cylindres étant placés sensiblement dans un plan vertical de serrage P_1 .

Comme habituellement, chaque cylindre est monté rotatif autour de son axe, sur des paliers anti-friction logés dans des empoises montées

25 coulissantes, parallèlement au plan de serrage P_1 , dans des fenêtres 41 de chaque colonne 4 de la cage.

Comme le montre la figure 3, les cylindres de travail 121, 121', qui ont un diamètre plus faible que les cylindres de soutien 123, 123', sont portés par deux empoises 122, 122' montées coulissantes le long de faces de guidage verticales 74a, 74b ménagées sur des parties d'appui 73a, 73b qui

30 s'étendent en saillie à l'intérieur de la fenêtre 41 alors que les faces de guidage des empoises 124, 124' des cylindres de soutien 123, 123' sont ménagées le long des côtés verticaux 42a, 42b de chaque fenêtre 41 de la cage.

Dans la partie basse de chaque colonne 4 la cage, on dispose d'un dispositif de serrage hydraulique 5 qui, dans le mode de réalisation particulier de la figure 3, est équipé d'un piston 51 permettant d'appliquer la force de laminage et de contrôler la régulation d'épaisseur en prenant appui sur l'empoise 124' du cylindre d'appui inférieur 123'. On dispose aussi, dans la partie haute de chaque colonne 4, un dispositif à vis 6 qui permet de maintenir serré l'empilage des cylindres en compensant les variations de hauteur, dues à l'usure des cylindres. Ce dispositif 6 peut comprendre, par exemple, une vis 61 mue par un moto réducteur 62 et prenant appui sur l'empoise correspondante 124 du cylindre d'appui supérieur 123.

Bien entendu, d'autres dispositifs, par exemple hydrauliques, peuvent être utilisés pour le calage et le serrage des cylindres.

De façon connue, chaque cage du laminoir est aussi équipée de dispositifs de cambrage (ou cintrage) des cylindres de travail pour le contrôle de la planéité du produit.

Comme habituellement, ces dispositifs de cambrage sont constitués, pour chaque empoise, d'ensembles de vérins 81, 82 prenant appui, dans un sens sur la cage et de l'autre sur des parties en saillie 125 de l'empoise, appelées « oreilles », qui s'étendent vers l'extérieur, de part et d'autre du plan vertical de serrage P_1 dans lequel sont placés sensiblement les axes des cylindres.

Chaque empoise 122, 122' du cylindre de travail 121 est donc associée à deux ensembles de vérins placés de part et d'autre du plan de serrage P_1 , respectivement au moins deux vérins de cambrage positif 82a, 82b prenant appui vers le haut sur les oreilles 125a, 125b de l'empoise et au moins deux vérins de cambrage négatif 81a, 81b prenant appui vers le bas. La disposition est symétrique pour le cylindre de travail inférieur 121'. Comme on l'a indiqué, ces vérins de cambrage ainsi que les circuits d'alimentation hydraulique sont logés, habituellement, dans les parties centrales 7a, 7b des deux montants de chaque colonne 4 qui, pour cette raison sont appelées souvent « blocs hydrauliques ».

Toutefois, même dans une configuration quarto, il est avantageux de bénéficier également d'une possibilité de déplacement axial des cylindres et de leurs empoises et, dans ce cas, il est préférable que les vérins de cambrage se déplacent également afin que les efforts appliqués restent bien

centrés par rapport aux paliers de centrage montés dans l'empoise. C'est pourquoi, selon une disposition connue, les vérins de cambrage, respectivement positif 82a et négatif 81a, placés d'un même côté du plan de serrage P_1 , sont logés dans une pièce de support 71a montée coulissante, parallèlement aux axes des cylindres, sur le bloc hydraulique correspondant 7a fixé dans la partie centrale de la colonne 4 et il en est de même de l'autre côté du plan de serrage P_1 .

Ainsi, chaque cylindre de travail, par exemple le cylindre supérieur 121, est associé à deux pièces de support 71a, 71b montées coulissantes axialement sur les deux blocs hydrauliques 7a, 7b et sur lesquelles prennent appui, respectivement, les vérins de cambrage positif 82a, 82b et les vérins de cambrage négatif 81a, 81b. De façon connue, les deux pièces de support 71a, 71b sont associées à des moyens non représentés, par exemple un ou deux vérins prenant appui sur la cage pour commander le déplacement axial de l'ensemble formé par le cylindre de travail 121, ses deux empoises 122 et les pièces de support associées 71a, 71b avec les vérins de cambrage positif 82a, 82b et négatif 81a, 81b.

Bien entendu, il en est de même, de l'autre côté du plan de laminage P, pour le cylindre de travail inférieur 121' et ses empoises 122' associées chacune à deux pièces de support 71'a, 71'b montées coulissantes axialement sur les blocs hydrauliques 7a, 7b.

Par ailleurs, comme on l'a indiqué précédemment, les empoises 122, 122' des deux cylindres sont montées coulissantes, parallèlement au plan de serrage P_1 , entre des faces de guidage en regard 74a, 74b ménagées sur des parties fixes 73a, 73b des deux blocs hydrauliques 7a, 7b et qui s'étendent en saillie vers l'intérieur de la fenêtre, au niveau du plan de laminage P.

Comme on l'a indiqué plus haut, dans une installation de laminage en tandem, l'épaisseur du produit est réduite progressivement dans les cages successives de l'installation et le taux de réduction que l'on peut effectuer dans chaque cage dépend d'une part des caractéristiques mécaniques et dimensionnelles du produit et, d'autre part, des moyens dont on dispose pour appliquer la force de laminage.

On établit donc, pour chaque produit à laminier, un schéma de laminage qui détermine la part de réduction d'épaisseur à effectuer dans

chaque cage, en tenant compte du fait que l'écrasement du produit détermine, par écrouissage, une augmentation de sa dureté et, par conséquent, de l'effort de laminage à appliquer, dans les cages suivantes, pour une certaine réduction d'épaisseur.

5 On sait que le taux de réduction d'épaisseur que l'on peut réaliser dépend d'un certain nombre de paramètres de laminage.

Un paramètre essentiel est évidemment le diamètre des cylindres de travail dont dépendent les conditions d'écoulement du métal dans l'emprise de laminage.

10 Le métal étant entraîné par frottement le long des faces circulaires des cylindres qui limitent l'emprise de laminage, un diamètre important par rapport à la réduction d'épaisseur à effectuer permet de diminuer l'angle de frottement et favorise, donc, l'entraînement de la bande.

15 C'est pourquoi, il semble normal, pour le laminage à froid, d'utiliser des cylindres de travail d'assez gros diamètre, de l'ordre de 500 mm, par exemple.

D'ailleurs, un grand diamètre présente d'autres avantages, par exemple de permettre une plage d'usure relativement importante et de rendre plus efficace le refroidissement nécessaire des cylindres qui s'effectue par la périphérie.

20 Certes, les plus petits diamètres permettent, à réduction égale, de diminuer l'effort de laminage nécessaire mais la plage d'usure est réduite et la durée de vie des cylindres plus courte, ce qui entraîne une augmentation du coût de production. De plus, l'arc de contact étant plus petit, la stabilité de la cage est plus difficile à maintenir, en particulier dans le cas des laminoirs tandem qui, comme on le sait, permettent d'exercer de fortes tractions en

25 Mais d'autres facteurs interviennent aussi dans le processus de laminage tels que la lubrification des cylindres et, dans un laminoir tandem, les efforts de traction appliqués sur la bande, respectivement en amont (T_e) et en aval (T_s) de l'entrefer.

30 On a ainsi pu établir que la réduction d'épaisseur maximale possible au cours d'une passe de laminage peut être donné par la formule :

$$\Delta_e \leq 2 \left(\mu + \frac{T_e - T_s}{2F} \right)^2 D$$

dans laquelle μ est le coefficient de frottement, F l'effort de laminage, T_e et T_s les efforts de traction à la sortie et à l'entrée de la cage de laminoir et
 5 D le diamètre des cylindres de travail.

Pour l'établissement d'un schéma de laminage correspondant à la nuance et au format d'un produit à laminer, il faut donc, en tenant compte des moyens dont on dispose, déterminer ces divers paramètres, de façon à réaliser, dans les meilleures conditions possibles, un laminage du produit à
 10 l'épaisseur demandée pour une vitesse normale de défilement correspondant à la capacité de production de l'installation.

A cet égard, une qualité essentielle demandée à une installation de laminage est de fournir un produit ayant une épaisseur et des qualités de surface aussi constantes que possible. Pour cela, il faut donc régler en
 15 permanence les facteurs qui interviennent dans le processus de réduction d'épaisseur, afin de maintenir, pendant toute la production, la stabilité de la réduction d'épaisseur et les qualités de planéité et d'état de surface requis.

La formule indiquée plus haut montre que le choix d'un diamètre important est favorable à la tenue de la stabilité du taux de réduction.

20 Cependant, un diamètre important augmente la longueur de l'emprise de laminage et, par conséquent, la force de laminage à appliquer.

En cours de laminage, pour assurer la stabilité de la réduction d'épaisseur, on peut agir sur l'effort de laminage et les efforts de traction appliqués sur le produit.

25 Dans un laminoir tandem, les tractions élevées obtenues entre deux cages successives permettent d'augmenter la réduction d'épaisseur possible. Toutefois, la formule indiquée plus haut montre qu'un effort de laminage relativement grand, résultant d'un diamètre important, diminue l'influence des tractions. La stabilité du taux de réduction est alors assurée
 30 par celle du coefficient de frottement qui dépend de la qualité de lubrification et de la rugosité des cylindres.

De plus, les efforts de traction que l'on peut appliquer sur la bande, respectivement à l'entrée et à la sortie de l'installation dépendent des dispositifs placés respectivement en amont et en aval de celle-ci et sont

inférieurs aux efforts générés par une cage du laminoir tandem sur celles qui l'encadrent.

Pour augmenter les possibilités de réglage de l'effort de laminage, on pourrait être amené à réduire le diamètre des cylindre de travail dans la première et la dernière cage mais il faut aussi tenir compte du fait qu'un
 5 diamètre relativement important est favorable à l'entraînement du produit et au transfert de la rugosité sur la dernière cage lorsqu'il est nécessaire.

En effet, pour un bon nombre de produit de qualité élevée, l'aspect de surface est important et les traitements avals de la bande (galvanisation,
 10 peinture, etc) imposent une rugosité précise et constante de la surface qui est donnée par celle des cylindres de travail de la dernière cage du laminoir tandem. Or, il est connu que l'impression de la rugosité des cylindres sur la bande est d'autant plus facile que le diamètre est élevé. C'est donc un autre facteur de choix pour un diamètre important des cylindres de travail, même
 15 dans la dernière cage.

Il apparaît donc que les possibilités d'action sur les différents paramètres de laminage, dont certains influent les uns sur les autres, sont assez réduites et c'est pourquoi, jusqu'à présent, les installations de laminage en tandem à forte capacité n'étaient utilisables que pour une
 20 gamme de production assez limitée.

Par exemple, pour la production de tôles de carrosserie, on part, généralement, d'une bande à chaud ayant une épaisseur d'au moins 3 mm et l'on doit obtenir, à la sortie de l'installation, une épaisseur assez fine, de l'ordre de 0,7 à 0,8 mm.

Pour les qualités usuelles de tôles de carrosserie, un tel taux de réduction d'épaisseur, pouvant aller jusqu'à 80% peut être obtenu dans une installation du type représenté sur la figure 1 comprenant 4 ou 5 cages
 25 quarto avec des cylindres de travail dont le diamètre peut, sans inconvénient, être située dans une plage allant sensiblement de 530 mm à 620 mm, la gamme d'utilisation réelle étant de l'ordre de 58 mm à 80 mm, ce qui est
 30 économique vis-à-vis de la durée de vie des cylindres.

Normalement, la gamme de dureté des produits que l'on peut laminier en conservant la qualité de surface souhaitée et la stabilité de la réduction d'épaisseur est limitée à une limite de rupture qui peut être, par exemple de
 35 l'ordre de 600 MPa. Au dessus de cette limite de rupture, il se produit une

saturation des moyens mécaniques d'entraînement des cylindres dont la puissance est limitée et l'on ne peut pas exercer l'effort de laminage nécessaire pour obtenir la réduction d'épaisseur souhaitée. Il en résulte qu'une installation telle que représentée sur la figure 1 n'est, normalement, utilisable que pour une gamme de produits relativement limitée pour laquelle les caractéristiques des différents organes ont été déterminées et, jusqu'à présent, il semblait nécessaire de disposer d'installations spécialisées pour le laminage des autres qualités d'acier ayant, en particulier, une limite de rupture supérieure à 600 MPa, tels que les aciers TRIP.

L'invention permet de résoudre ce problème de façon simple, rapide et économique, en changeant simplement la configuration d'au moins l'une des cages du laminoir, en particulier, la première cage dans le sens de défilement, pour passer de la configuration quarto à une configuration sexto en conservant, cependant, les moyens d'application de l'effort de laminage dont sont équipées les différentes cages de l'installation, ainsi que les moyens de régulation d'épaisseur et de correction de planéité.

La figure 2 montre, à titre d'exemple, l'installation représentée sur la figure 1 après transformation de la première (11) et de la dernière (14) cages en configuration sexto, les cages intermédiaires 12, 13 restant en configuration quarto.

Dans chacune des cages transformables 11, 14, chaque cylindre de travail de grand diamètre 121, 121' est donc remplacé par un cylindre de travail 111, 111' de plus petit diamètre, associé à un cylindre intermédiaire 113, 113'.

La figure 4 montre, en coupe transversale, la cage représentée sur la figure 3, après transformation en configuration sexto.

On voit que tous les moyens d'application de l'effort de laminage, c'est-à-dire les cylindres de soutien 123, 123', les vérins de serrage et de calage 5, 51, 6, 61 et, bien entendu, les colonnes 4 de la cage sur lesquelles ils prennent appui, ont pu être conservés. En effet, du fait de la diminution de diamètre des cylindres de travail, cet échange est possible en restant dans les possibilités de réglage en hauteur des cylindres de soutien 123, 123'.

Entre les deux cylindres de soutien 123, 123' sont donc maintenant interposés deux cylindres de travail 111, 111' montés rotatifs sur des

emboises 112, 112' et deux cylindres intermédiaires 113, 113' montés rotatifs sur des emboises 114, 114'.

Une installation ainsi transformée permet de traiter des aciers dans une gamme élargie de dureté et, particulièrement, les nouvelles nuances
5 recherchées pour les tôles de carrosserie, qui ont une limite élastique élevée et présentent donc une grande dureté dès la première cage. Selon l'invention, celle-ci est alors transformée en configuration sexto ce qui lui permet d'assurer dès la première passe, une réduction importante et, ainsi, de réaliser des réductions d'épaisseur pouvant aller jusqu'à 70% sur
10 l'ensemble du laminoir tandem pour ce type d'acier.

Dans cette configuration sexto, pour respecter les possibilités de réglage en hauteur des moyens de serrage 6 et de calage 5, le diamètre des cylindres de travail peut être choisi dans une plage pouvant aller de 360 mm à 485 mm selon la gamme d'usure retenue et la largeur du laminoir. A cet
15 égard, il faut noter que, pour les petits diamètres de cylindres de travail la déviation horizontale du cylindre peut devenir importante et être néfaste à la planéité de la bande et à la stabilité de la cage de laminoir. Cette déviation est d'autant plus importante que les points d'appuis du cylindre de travail sont éloignés, c'est-à-dire que le laminoir est large. A titre d'exemple on
20 pourra retenir une plage d'usure de 360 mm à 405 mm pour un laminoir de 66" et une plage de 425 mm et 485 mm pour un laminoir de largeur 80".

De la même façon, selon le mode de réalisation de la figure 2, on a observé qu'il serait intéressant d'utiliser également des cylindres de travail de plus petit diamètre sur la dernière cage 14 car à la sortie du laminoir tandem
25 1, le métal de la bande est à son maximum de dureté. Il est donc préférable que la dernière cage 14 soit également transformable afin de la configurer en mode sexto pour la fabrication des aciers à très haute limite élastique et particulièrement ceux du type « TRIP ».

Par ailleurs, il est particulièrement avantageux, pour maintenir la
30 qualité du produit sur cette gamme élargie de caractéristiques, que le laminoir soit équipé des mêmes moyens de régulation d'épaisseur et de corrections des défauts de planéité tels que les dispositifs de cambrage et de déplacement axial des cylindres décrits plus haut dans la configuration quarto.

Pour cela, les empoises 112, 112' des cylindres de travail 111, 111' sont montées coulissantes, parallèlement au plan de serrage, entre les faces de guidage 74a, 74b qui étaient prévues dans la configuration quarto, sur les parties en saillie 73a, 73b des blocs hydrauliques, afin de guider les empoises 122, 122' des cylindres de travail 121, 121'. De plus, les mêmes parties en saillie 73a, 73b de chaque colonne de la cage portent quatre jeux de vérins, respectivement de cambrage positif 92, 92' et de cambrage négatif 91, 91' prenant appui, dans un sens sur lesdites parties en saillie 73a, 73b et dans l'autre sens sur les oreilles des empoises 112, 112' des cylindres de travail.

De la même façon, les empoises 114, 114' des cylindres intermédiaires 113, 113' sont montées coulissantes verticalement, sur des faces de guidage parallèles au plan de serrage ménagées, sur les faces en regard des pièces de support 71a, 71b, 71'a, 71'b portant chacune les deux jeux de vérins de cambrage, respectivement positif 82, 82' et négatif 81, 81' décrits précédemment dans la configuration quarto de la figure 3.

Ainsi, les mêmes vérins 81, 82, 81', 82' prévus, dans la configuration quarto, pour le cambrage des cylindres de travail 121, 121' et montés sur les mêmes pièces de support coulissantes 71, 71' servent, dans la configuration sexto, pour le cambrage, avec possibilité de déplacement axial, des cylindres intermédiaires 113, 113'.

Selon l'invention, le changement de configuration peut donc se faire en conservant, non seulement tous les moyens 5, 6, 123, 123' d'application de l'effort de laminage mais également les moyens de réglage des conditions de transmission de cet effort tels que les moyens de cambrage 81, 81', 82, 82' ou de déplacement axial 71, 71'.

Pour cela, il faut cependant que les oreilles d'appui 115a, 115b des empoises 114 du cylindre intermédiaire, dans la configuration sexto soient placés au même niveau que les oreilles d'appui 125a, 125b des empoises 122 des cylindres de travail supérieurs 121 dans la configuration quarto et il en est de même, de l'autre côté du plan de laminage pour les cylindres inférieur de travail 121' et intermédiaire 113'. Il est avantageux, à cet effet, d'utiliser, la disposition particulière des empoises, représentée sur les figures 3 et 4, dans laquelle les oreilles 125 des empoises 122 du cylindre de travail 121 sont décalées à l'opposé du plan de laminage P par rapport à l'axe du

cylindre 121 alors que, pour le cylindre intermédiaire 113, les oreilles 115a, 115b de l'empoise 114 sont décalées vers le plan de laminage P par rapport à l'axe du cylindre 113, la disposition étant symétrique par rapport au plan de laminage, pour les cylindres inférieurs.

5 Ainsi, on peut conserver, dans les deux configurations, les mêmes pièces de support coulissantes 71, 71' avec les mêmes vérins de cambrage 81, 81', 82, 82' et réaliser simultanément, d'une part un cambrage positif ou négatif des cylindres correspondants et, d'autre part, un déplacement axial, en des sens opposés, soit des deux cylindres de travail 121, 121' dans la
10 configuration quarto, soit des deux cylindres intermédiaires 113, 113' dans la configuration sexto.

Etant donné que l'on conserve les mêmes cylindres de soutien 123, 123', les possibilités de réglage en hauteur desdits cylindres doivent être adaptées à l'encombrement des cylindres de travail des cylindres
15 intermédiaires qui est plus grand dans la configuration sexto que dans la configuration quarto. Il suffit, cependant, que le piston 51 du vérin de calage 5 ait une course suffisante, de même que les vis 61 de serrage du cylindre de soutien supérieur 123.

Grâce à ces dispositions, il est possible de transformer une cage d'un
20 mode quarto à un mode sexto et inversement, en conservant les mêmes cylindres de soutien 123, 123', les mêmes moyens d'application de l'effort de serrage 5, 6 et les mêmes blocs hydrauliques 7a, 7b avec les vérins de cambrage et les moyens de commande du déplacement axial des cylindres.

Du fait que les pièces de support 71, 71' sont les mêmes dans les
25 deux configurations et sont montées coulissantes parallèlement aux axes des cylindres, il est possible de changer la configuration du laminoir au moyen d'un dispositif de remplacement de cylindres de type connu permettant de retirer par déplacement parallèlement à leurs axes, un jeu de cylindres de travail, pour les remplacer par d'autres cylindres. En effet, dans
30 la disposition de la figure 4, chaque cylindre de travail associé à un cylindre intermédiaire forme, avec leurs empoises, un ensemble qui peut être déplacé axialement pour être retiré de la cage ou bien être introduit dans celle-ci, ledit ensemble étant porté par les pièces de support 71a, 71b qui coulissent axialement. Ainsi, il est possible de retirer en bloc, soit les deux cylindres de
35 travail 121, 121' dans le mode quarto, soit les deux ensembles,

respectivement supérieur et inférieur de cylindres de travail et de cylindres intermédiaires, dans le mode sexto.

A cet effet, on peut utiliser un dispositif de remplacement de cylindres de type connu qui peut être, par exemple, du type dit « push-through » décrit
5 dans le brevet EP-0618018 ou du type comportant un chariot dit « side-shifter » tel que décrit dans le brevet US-4,435,970. De tels dispositifs pourront être utilisés dans un laminoir selon l'invention pour passer du mode « sexto » au mode « quarto » et inversement. En effet, il suffit pour cela d'installer à l'avance, dans un compartiment de réserve prévu pour les
10 cylindres neufs, des cylindres de travail de gros diamètre 121, 121' équipés de leurs empoises spécifiques 122, 122', d'extraire les cylindres intermédiaires 113, 113' et les cylindres de travail 111, 111' utilisés dans le mode « sexto » et d'introduire les gros cylindres 121, 121' seuls, la cage se trouvant ainsi transformée en mode « quarto ». Les dispositifs de serrage 6
15 et de calage 5 permettront de mettre en contact les cylindres de soutien 123, 123' avec les cylindres de travail 121, 121' dont l'encombrement est inférieur à l'empilage de deux cylindres de travail de faible diamètre 111, 111' augmenté des deux cylindres intermédiaires 113, 113'.

La manœuvre inverse à l'aide du dispositif de changement des
20 cylindres permet de passer, dans l'autre sens du mode « quarto », au mode « sexto ».

Ainsi, en conservant les mêmes moyens d'application de l'effort de laminage, de régulation d'épaisseur et de correction de planéité, il est possible de passer rapidement d'un mode « quarto » avec de gros cylindres
25 de travail à un mode « sexto » avec de plus petits cylindres pour s'adapter à un changement de dureté du produit à laminer.

A partir de l'installation représentée sur la figure 1, qui est adaptée aux qualités usuelles de métal, utilisant des cylindres de travail de l'ordre de 530 à 620 mm, il est donc possible de transformer la première cage 11 pour
30 lui donner une configuration « sexto » avec des cylindres de travail ayant un diamètre choisi dans une plage pouvant aller de 360 mm à 485 mm afin de traiter, par exemple, des aciers à haute limite élastique dans la première cage 11 qui réalise la plus grande partie de la réduction d'épaisseur.

En revanche, les deux cages intermédiaires 12 et 13 qui réalisent, habituellement, une réduction d'épaisseur plus faible, peuvent rester en mode « quarto » avec de gros cylindres.

Cependant, étant donné que la dureté du produit augmente d'une cage à la suivante, il peut être nécessaire de donner également à la dernière cage 14 une configuration « sexto » avec de petits cylindres afin d'obtenir la réduction globale d'épaisseur souhaitée.

Il est à noter que cette transformation des cages de laminage se fait au moyen d'un dispositif rapide de changement de cylindre qui, de toutes façons, est nécessaire pour le remplacement des cylindres usés.

Les dispositions selon l'invention permettent donc de s'adapter, avec une très grande souplesse à un changement des caractéristiques mécaniques et dimensionnelles des produits à laminer et, ainsi, d'élargir considérablement la gamme de production de l'installation.

Du fait que les moyens d'application de l'effort de laminage et les moyens de réglage des conditions de transmission de celui-ci sont conservés, la même installation peut être adaptée très rapidement à un changement des caractéristiques du produit en conservant les mêmes performances de qualité finale sur le produit, en particulier la régularité d'épaisseur, la planéité et la qualité de surface.

Bien entendu, l'invention ne se limite aux détails de l'installation représentée à titre d'exemple sur les figures et des diamètres indiqués pour les cylindres mais elle couvre toutes les variantes restant dans le cadre de protection défini par les revendications.

En particulier, le laminoir tandem pourrait comporter un nombre plus ou moins grand de cages.

Par ailleurs, dans la mesure où les empoises des cylindres intermédiaires et des cylindres de travail en « quarto » sont prévus pour s'adapter aux mêmes dispositifs de cambrage et/ou de déplacement axial, ces dispositifs pourraient être d'un autre type. Par exemple, si l'on prévoit une possibilité de glissement axial entre les empoises des cylindres et les vérins de cambrage, ceux-ci pourraient être logés dans des parties fixes des blocs hydrauliques. Il faudrait simplement, dans ce cas, régler les pressions dans les différents cylindres en fonction de la position du plan médian de l'empoise par rapport aux montants de la cage.

De même, le dispositif de déplacement axial des cylindres pourrait être utilisé en association avec des cylindres de travail ayant un profil curviligne de type 'CVC' pour réaliser une variation du bombé, ou encore, il pourrait être utilisé, de façon connue, avec des cylindres de travail
5 présentant une partie de leur table usinée pour réaliser un contrôle de l'aminçissement des rives des bandes laminées.

On pourrait aussi, sans sortir du domaine de l'invention, utiliser un cylindre de soutien à enveloppe déformable, du type décrit, par exemple, dans le document EP-A-0248738, pour augmenter les capacités de contrôle
10 de planéité de la cage transformable, en particulier en équipant ainsi la dernière cage 14 du laminoir tandem.

Par ailleurs, l'invention a été décrite dans son application à la production de tôles pour l'industrie automobile mais peut s'appliquer à toute autre type de produit pour lequel il est intéressant d'élargir la gamme de
15 production d'une installation, par exemple l'aluminium.

Les signes de référence insérés après les caractéristiques techniques mentionnées dans les revendications, ont pour seul but de faciliter la compréhension de ces dernières et n'en limitent aucunement la portée.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour élargir la gamme de production d'une installation de laminage à froid de produits métalliques sous forme de bande, comprenant au moins deux cages de laminage (11, 12) fonctionnant en tandem pour une réduction progressive de l'épaisseur du produit (M), chaque cage étant associée à des moyens (5, 6) d'application d'un effort de laminage entre deux cylindres de travail (121, 121'), permettant, pour une configuration donnée de la cage, de réaliser un certain taux de réduction d'épaisseur, compte tenu des caractéristiques dimensionnelles, mécaniques et métallurgiques du produit (M), lesdites caractéristiques correspondant à une gamme de production déterminée, procédé dans lequel on équipe au moins l'une (11) des cages de laminage de moyens de transformation permettant de changer la configuration de la cage ainsi transformable en conservant les mêmes moyens (5, 6, 123, 123') d'application de l'effort de laminage, pour passer d'une configuration quarto comprenant deux cylindres de travail (121, 121') prenant appui sur deux cylindres de soutien (123, 123') à une configuration sexto comprenant deux cylindres de travail (111, 111') prenant appui, par des cylindres intermédiaires (113, 113'), sur les mêmes cylindres de soutien (123, 123'), et inversement, et l'on choisit la configuration de ladite cage transformable (11) en fonction des caractéristiques du produit à laminier (M), de façon à réaliser le laminage de produits ayant des caractéristiques très diverses, la gamme de production étant ainsi élargie.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la configuration de la cage transformable est choisie en fonction de la dureté du matériau constituant le produit à laminier.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé par le fait que la gamme de production de l'installation comprend des produits dont la limite de rupture après élaboration à chaud, peut aller de moins de 160 MPa à au moins 1 000 MPa.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes pour élargir la gamme de production d'une installation de laminage comportant au moins deux cages de laminage (11, 12) associées chacune à des moyens (81, 82) de contrôle d'au moins l'un des facteurs de qualité tels que la régularité d'épaisseur, la planéité et l'état de rugosité de surface, caractérisé par le fait que l'on change la configuration d'au moins l'une des cages de laminage (11)

en fonction des caractéristiques dimensionnelles, mécaniques et métallurgiques du produit (M) de façon à conserver la même qualité sur une gamme de production élargie.

5 5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'on change la configuration, au moins de la première cage (11) du laminoir tandem, dans le sens du défilement de la bande.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé par le fait que l'on donne à la première cage (11) du laminoir tandem une configuration quarto pour le laminage de bandes ayant une limite de rupture inférieure ou égale à
10 600 MPa.

7. Procédé selon la revendication 5, caractérisé par le fait que l'on donne au moins à la première cage (11) du laminoir tandem une configuration sexto pour le laminage de bandes présentant, à l'entrée du laminoir, une limite de rupture égale ou supérieure à 600 MPa.

15 8. Procédé selon l'une des revendications 5, 6, caractérisé par le fait que l'on change la configuration de la première (11) et de la dernière (14) cage du laminoir.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la configuration d'au moins l'une des cages (11) du laminoir tandem est choisie en fonction des caractéristiques mécaniques et métallurgiques du produit de façon à réaliser une réduction d'épaisseur d'au
20 moins 70 % en une passe sur toute la gamme de production élargie.

10. Installation de laminage à froid de produits métalliques sous forme de bande comprenant des moyens (23) de commande du défilement du produit (M), suivant un plan de laminage (P), successivement dans au moins
25 deux cages de laminage (11, 12) fonctionnant en tandem, chaque cage comportant deux cylindres de travail (121, 121') et des moyens (5, 6, 123, 123') d'application entre lesdits cylindres, d'un effort de laminage, installation dans laquelle au moins l'une desdites cages (11) est équipée de moyens de
30 changement de configuration pour le passage d'une configuration quarto avec deux cylindres de travail (121, 121') et deux cylindres de soutien (123, 123'), à une configuration sexto avec deux cylindres de travail (11, 111'), deux cylindres intermédiaires (113, 113') et les mêmes cylindres de soutien (123, 123'), lesdits moyens permettant de passer d'une configuration à
35 l'autre, et inversement, en fonction des caractéristiques dimensionnelles,

mécaniques et métallurgiques du produit à laminier (M), tout en conservant les mêmes cylindres de soutien (123, 123') et les mêmes moyens (5, 6) d'application de l'effort de laminage.

11. Installation selon la revendication 10, caractérisée par le fait que
5 les moyens de changement de configuration sont prévus pour remplacer chaque cylindre de travail (121, 121') de la configuration quarto par un ensemble d'un cylindre de travail (111) associé à un cylindre intermédiaire (113) dans la configuration sexto.

12. Installation selon la revendication 11, comprenant des moyens de
10 remplacement, par déplacement parallèlement à leur axe, des cylindres de travail usés par des cylindres neufs, caractérisée par le fait que le dispositif de remplacement peut s'adapter aux niveaux des cylindres dans chaque configuration de façon à remplacer chaque cylindre de travail en quarto (121, 121') par un ensemble d'un cylindre de travail en sexto (111, 111') avec un
15 cylindre intermédiaire (113, 113').

13. Installation selon la revendication 12, dans laquelle les cylindres de travail (121, 121') de la configuration quarto et les cylindres intermédiaires (113, 113') de la configuration sexto sont montés rotatifs, chacun, sur deux empoises (122, 122'), (114, 114') munies chacune d'au moins deux parties
20 d'appui (125) (115) pour des moyens (81, 82, 71) de réglage des conditions de transmission de l'effort de laminage, caractérisé par le fait que les parties d'appui, respectivement (125, 125') des cylindres de travail (121, 121') en mode quarto (115, 115') et des cylindres intermédiaires (113, 113') en mode sexto sont placées aux mêmes niveaux et que les moyens de réglage (81,
25 82, 71) (81', 82', 71') restent en place dans la cage (4) lors d'un changement de configuration de façon à coopérer avec les cylindres de travail (121, 121') en mode quarto et avec les cylindres intermédiaires (113, 113') en mode sexto.

14. Installation selon la revendication 13, dans laquelle au moins la
30 cage transformable (11) est équipée de moyens (81, 82) (81', 82') de cambrage des cylindres montés sur des parties d'appui (73a, 73b) des colonnes (4) de la cage, caractérisée par le fait que les moyens de cambrage (81, 82) (81', 82') sont les mêmes dans les deux configurations et coopèrent avec des parties d'appui (125, 125') des empoises des cylindres de travail
35 (121, 121') en configuration quarto et des parties d'appui (115, 115') des

empoises des cylindres intermédiaires (113, 113') en configuration sexto qui sont placées au même niveau par rapport au plan de laminage (P), de chaque côté de celui-ci.

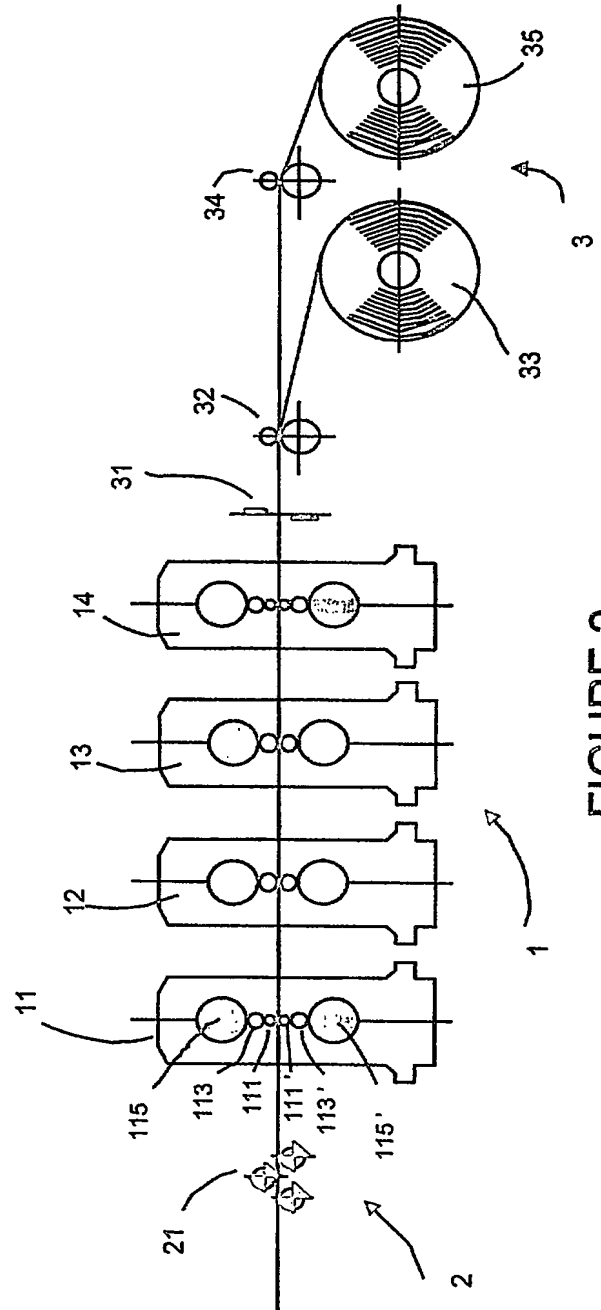
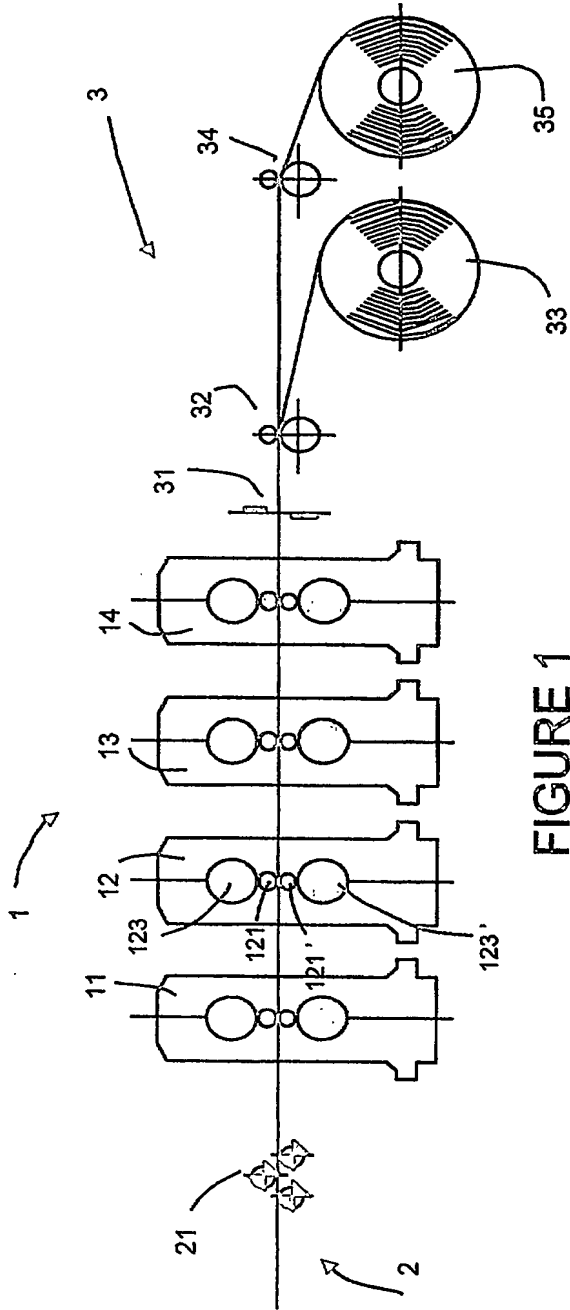
15 15. Installation selon la revendication 14, caractérisée par le fait que les parties d'appui (73a, 73b) s'étendent en saillie vers l'intérieur entre les montants de chaque colonne (4) de la cage et portent, d'une part des moyens de cambrage (81, 82) (81', 82') coopérant avec les cylindres de travail (121, 121') en mode quarto et avec les cylindres intermédiaires (113, 113') en mode sexto et, d'autre part des moyens de cambrage (91, 91')
10 coopérant seulement avec les cylindres de travail (111, 111') en mode sexto.

16. Installation selon l'une des revendications 14 et 15, caractérisée par le fait que les parties d'appui (125, 125') des empoises (122, 122') des cylindres de travail en quarto (121, 121') sont décalées par rapport à l'axe du cylindre, du côté opposé au plan de laminage (P) et que les parties d'appui
15 (115, 115') des empoises (114, 114') des cylindres intermédiaires (113, 113') sont décalées vers le plan de laminage (P) par rapport à l'axe du cylindre.

17. Installation selon l'une des revendications 10 à 16, caractérisée par le fait que la cage transformable (11) est munie, de chaque côté du plan de laminage (P), de pièces de support (71a, 71b) (71'a, 71'b) montées
20 coulissantes parallèlement aux axes des cylindres, sur chaque montant de chaque colonne (4) de la cage et sur lesquelles prennent appui, soit les empoises (122, 122') des cylindres de travail (121, 121') en configuration quarto, soit les empoises (114, 114') des cylindres intermédiaires (113, 113') en configuration sexto, lesdites pièces de support (71) (71') pouvant
25 coulisser axialement en des sens opposés pour adapter la cage à la largeur du produit laminé, dans l'une ou l'autre des deux configurations.

18. Installation selon la revendication 17, caractérisée par le fait que les pièces de support (71, 71') montées coulissantes axialement sur les montants des colonnes (4) de la cage portent des moyens (81, 82) (81', 82')
30 de cambrage des cylindres coopérant avec les empoises (122, 122') des cylindres de travail (121, 121') en configuration quarto et avec les empoises (114, 114') des cylindres intermédiaires (113, 113') en configuration sexto, de façon à permettre une correction de planéité, simultanément par cambrage et par déplacement axial des cylindres, dans l'une ou l'autre des deux
35 configurations.

19. Installation selon l'une des revendications 10 à 18, caractérisée par le fait que les empoises (122, 122') des cylindres de travail (121, 121') en mode quarto et les empoises (114, 114') des cylindres intermédiaires (113, 113') ont la même largeur et sont munies de faces latérales écartées de la même distance et montées coulissantes, dans l'une ou l'autre des deux configurations, entre deux faces en regard (74a, 74b) de parties d'appui (73a, 73b) s'étendant en saillie vers l'intérieur entre les montants de chaque colonne (4) de la cage.



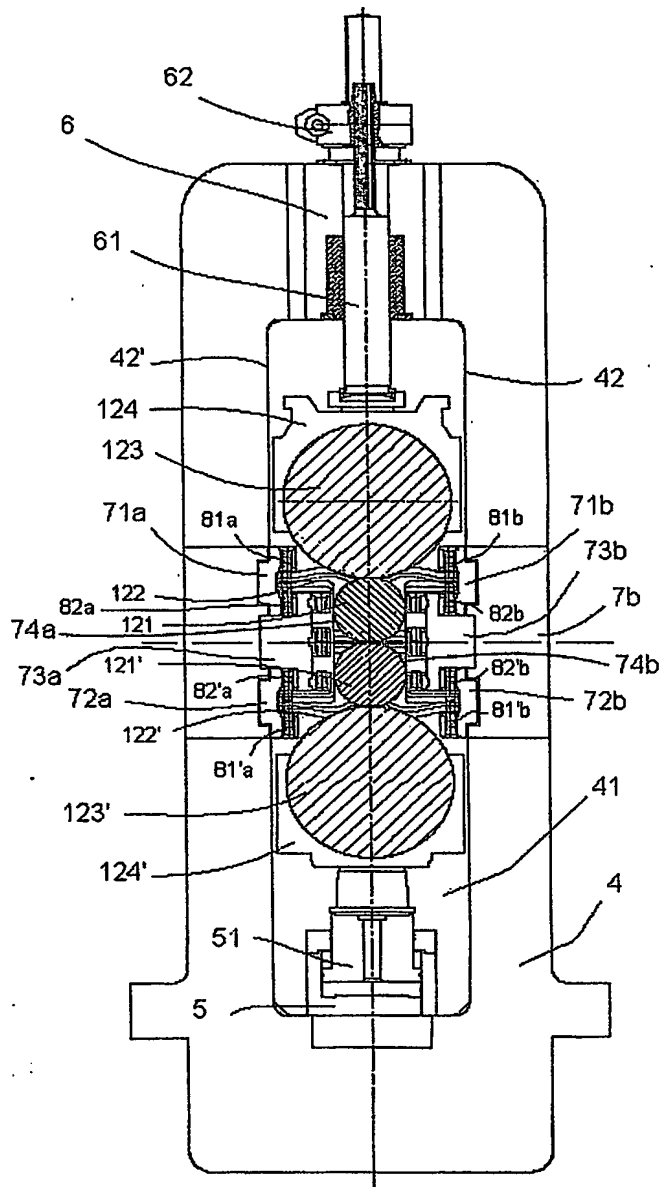


FIGURE 3

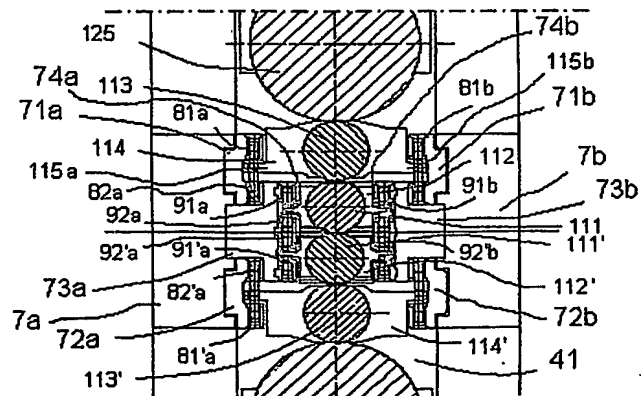


FIGURE 4

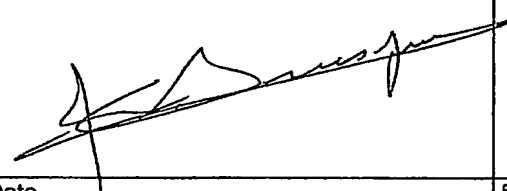


BREVET D'INVENTION

Désignation de l'inventeur

Vos références pour ce dossier	P485FR
N°D'ENREGISTREMENT NATIONAL	
TITRE DE L'INVENTION	
	PROCEDE POUR ELARGIR LA GAMME DE PRODUCTION D'UNE INSTALLATION DE LAMINAGE DE PRODUITS METALLIQUES ET INSTALLATION POUR LA MISE EN OEUVRE DU PROCEDE.
LE(S) DEMANDEUR(S) OU LE(S) MANDATAIRE(S):	Maurice LE BRUSQUE

DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S):	
Inventeur 1	
Nom	VALENCE
Prénoms	Marc
Rue	14 avenue Dubonnet
Code postal et ville	92400 COURBEVOIE
Société d'appartenance	

DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE	
Signé par:	Maurice LE BRUSQUE
	
Date	5 nov. 2002

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.